

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. September 2005 (15.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/086325 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H02K 33/12**

(72) Erfinder; und

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/051007

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **REINSCHKE, Johannes** [DE/DE]; Roritzer Str. 8, 90419 Nürnberg (DE). **RIES, Günter** [DE/DE]; Schobertweg 2, 91056 Erlangen (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
7. März 2005 (07.03.2005)

(74) Gemeinsamer Vertreter: **BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERÄTE GMBH**; Carl-Wery-Str. 34, 81739 München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

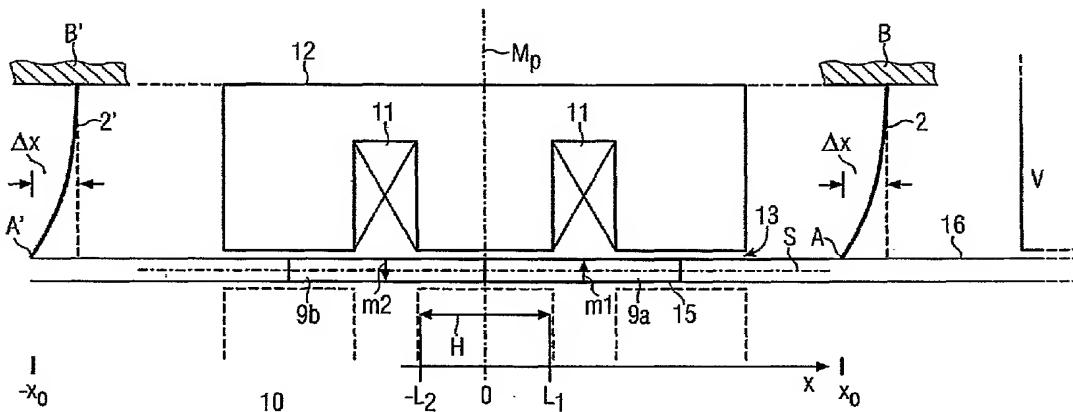
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 010 849.8 5. März 2004 (05.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERÄTE GMBH** [DE/DE]; Carl-Wery-Str. 34, 81739 München (DE).

(54) Title: LINEAR DRIVE UNIT WITH AN OSCILLATING ARMATURE PART AND A SPRING

(54) Bezeichnung: LINEARE ANTRIEBSEINHEIT MIT SCHWINGUNGSANKERTEIL UND FEDER



**(57) Abstract:** The drive unit (10) contains an exciter winding (11), an magnetic armature part (15) which is set into an oscillating vibration movement, by the magnetic field of the winding, about a center position (Mp) in an axial direction (x) and at least one spring (2, 2') which is clamped in a fixed manner in a clamping position (B, B') and whose oscillating end (A, A') engages with the armature part (15), acting in the direction of movement. In the center position (Mp) of the armature part (15), the point of engagement (A, A') of the spring (2, 2') with the armature part (15) is axially offset by a predetermined distance ( $\Delta x$ ) in relation to the clamping position (B, B') in order to appropriately offset the armature part when in a rest position

**(57) Zusammenfassung:** Die Antriebseinheit (10) enthält eine Erregerwicklung (11), ferner einen von dem Magnetfeld der Wicklung in eine lineare, um einen Mittenposition (Mp) in einer axialen Richtung (x) oszillierende Schwingung zu versetzenden magnetischen Ankerteil (15) und mindestens eine ortsfest an einer Einspannstelle (B, B') eingespannten Feder (2, 2'), die in Bewegungsrichtung wirkend an dem Ankerteil (15) mit ihrem schwingungsfähigen Ende (A, A') angreift. In der Mittenposition (Mp) des Ankerteils (15) soll der Angriffspunkt (A, A') der Feder (2, 2') an dem Ankerteil (15) bezüglich ihrer Einspannstelle (B, B') axial um eine vorbestimmte Wegstrecke ( $\Delta x$ ) verschoben sein, um so eine entsprechende Verschiebung des Ankerteils in seiner Ruhelage zu erreichen.

**WO 2005/086325 A1**



TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Beschreibung

### Lineare Antriebseinheit mit Schwingungsankerteil und Feder

[001] Die Erfindung bezieht sich auf eine lineare Antriebseinheit

- mit mindestens einer Erregerwicklung,
- mit einem von dem Magnetfeld der Wicklung in eine lineare, um eine Mittenposition in einer axialen Richtung oszillierende Schwingung zu versetzenden magnetischen Ankerteil

[002] und

- mit mindestens einer ortsfest eingespannten Feder, die in Bewegungsrichtung wirkend an dem Ankerteil mit ihrem schwingungsfähigen Ende angreift.

[003] Eine entsprechende Antriebseinheit geht aus der JP 2002-031054 A hervor.

[004] Entsprechende Antriebseinheiten werden insbesondere dafür eingesetzt, Pumpkolben von Verdichtern in eine lineare, oszillierende Schwingung zu versetzen. Das System aus einem derartigen Verdichter mit linearer Antriebseinheit wird deshalb auch als Linearverdichter bzw. -kompressor bezeichnet (vgl. die eingangs genannte JP-A-Schrift).

[005] Bei entsprechenden bekannten Linearverdichtern bildet der Ankerteil mit Blattfedern, die im Allgemeinen eine kreisscheibenförmige Gestalt haben (vgl. die eingangs genannte JP-A-Schrift), ein Feder-Masse-System mit einer bestimmten Eigenfrequenz. Soll der Linearverdichter mit 50 Hz (d.h. mit der Netzfrequenz) schwingen, so wurde nach dem bisherigen Stand der Technik die Federkonstante der beiden Blattfedern in Verbindung mit der Ankermasse so ausgelegt, dass die Eigenfrequenz des Feder-Masse-System gleich 50 Hz war. Ferner entsprach die Ruhelage der Federn der Mittenposition der gewünschten Ankerschwingung. Im Betrieb liefert ein so ausgelegter Linearverdichter nur einen begrenzten Wirkungsgrad und zeigt ein verhältnismäßig trüges Anlaufverhalten.

[006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, den linearen Antrieb mit den eingangs genannten Merkmalen dahingehend zu verbessern, dass er gegenüber dem Stand der Technik einen vergleichsweise höheren Wirkungsgrad sowie einen leichteren und schnelleren Anlauf ermöglicht.

[007] Zur Lösung dieser Aufgabe weist die lineare Antriebseinheit die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale auf. Demgemäß soll in der Mittenposition des Ankerteils der Angriffspunkt der Feder an dem Ankerteil bezüglich ihrer Einspannstelle axial um eine vorbestimmte Wegstrecke verschoben sein. Unter der Mittenposition des Ankerteils wird dabei die Lage des Ankerteils verstanden, die dieser während seiner Schwingungsphase zwischen seinen beiden maximalen seitlichen Auslenkungen einnimmt.

[008] Befindet sich der Ankerteil in seiner Ruhelage, so wird dieser aufgrund der dann gegebenen Vorspannung der Feder gegenüber der Mittenposition nach einer Seite hin verschoben.

[009] Die mit dieser Ausgestaltung der Antriebseinheit verbundenen Vorteile sind insbesondere in geringeren elektrischen Verlusten, einem höheren Wirkungsgrad, einer leichteren Steuerbarkeit und Regelbarkeit der Ankerbewegung zu sehen. Außerdem werden damit auch die Anlaufeigenschaften der Antriebseinheit verbessert.

[010] Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Antriebseinheit gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor. Dabei kann die Ausführungsform nach Anspruch 1 mit den Merkmalen eines der Unteransprüche oder vorzugsweise auch mit denen aus mehreren Unteransprüchen kombiniert werden. Demgemäß können für die Antriebseinheit zusätzlich noch folgende Merkmale vorgesehen werden:

- So kann die mindestens eine Feder insbesondere als quer zur Bewegungsrichtung des Ankerteils eingespannte Blattfeder gestaltet sein.
- Außerdem können mehrere Federn zu beiden Seiten der Mittenposition vorgesehen sein. Insbesondere bei Verwendung von Blattfedern ist so eine Halterung und Führung des Ankerteils möglich.
- Ferner kann vorteilhaft der Ankerteil mit wenigstens einem Pumpkolben eines Verdichters verbunden sein, wobei die axiale Verschiebung des Angriffspunktes der wenigstens einen Feder an dem Ankerteil in Richtung von dem Verdichter wegführend vorgesehen wird. Mit dieser Maßnahme werden gerade die Anlaufeigenschaften des Systems aus Ankerteil und Kolben verbessert.
- Besonders vorteilhaft können Federn mit geringer Federkonstanten bzw. Steifigkeit vorgesehen werden. Gerade derartig ausgebildete Federn sind besonders geeignet für die erfindungsgemäße Verschiebung ihrer Angriffspunkte an dem Ankerteil.
- Vorzugsweise wird die axiale Verschiebung des Angriffspunktes der wenigstens einen Feder in Abhängigkeit von ihrer Federkonstanten gewählt.
- Außerdem ist es als besonders vorteilhaft anzusehen, wenn die Federkonstante der wenigstens einen Feder so bemessen wird, dass die Eigenfrequenz der Antriebseinheit im Zusammenwirken mit der gesamten schwingenden Masse geringer ist als die Frequenz der antreibenden Magnetkraft.

[011] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Antriebseinheit gehen aus den vorstehend nicht angesprochenen Ansprüchen und der Zeichnung hervor.

[012] Die Erfindung wird nachfolgend an Hand der Zeichnung noch weiter erläutert. Dabei zeigen

[013] deren Figur 1 schematisch von einem Querschnitt durch eine erfindungsgemäße

Antriebseinheit den bezüglich einer Symmetriearchse oberen Teil,  
[014] deren Figur 2 die Ankerbewegung und elektrisch eingeprägte Kraft in einer solchen Antriebseinheit

[015] und

[016] deren Figur 3 einen Simulationsaufbau zur Auslegung der Federn.

[017] Für eine erfindungsgemäße Antriebseinheit können an sich bekannte, in Schwingungs-/Bewegungsrichtung ihres Ankerteils wirkende Federn verwendet werden. Besonders geeignet erscheint die Verwendung von wenigstens einer Feder, vorzugsweise von zwei Blattfedern. Solche Blattfedern seien für das nachfolgende Ausführungsbeispiel ausgewählt. Sie ermöglichen bei geringer Steifigkeit bzw. Federkonstanten  $k$  in der zu der Ebene der Feder senkrechten Schwingungs-/Bewegungsrichtung dennoch eine hinreichend gute seitliche Stabilisierung oder Halterung des schwingenden Ankerteils senkrecht zu dessen Bewegungsrichtung. Selbstverständlich sind aber auch andere Federtypen wie Spiral- oder Schraubenfedern anwendbar. Zu einer seitlichen Führung können auch in bekannter Weise Lager vorgesehen werden.

[018] Figur 1 zeigt schematisch im Wesentlichen nur den oberen Teil eines Querschnitts durch eine zweiteilige lineare Antriebseinheit 10 nach der Erfindung; d.h., in der Figur sind nur die Einzelheiten des Teils der Einheit dargestellt, die sich auf einer Seite einer Symmetriearchse S, die sich in einer axialen Schwingungsrichtung erstreckt, befinden. Entsprechend symmetrisch aufgebaute Antriebseinheiten sind an sich bekannt (vgl. z.B. US 6 323 568 B1). Die erfindungsgemäße Antriebseinheit 10 umfasst mindestens eine Erregerwicklung 11, der mindestens ein magnetflussführender Jochkörper 12 zugeordnet ist. In einer zentralen, kanalartigen Öffnung oder einem schlitzartigen Spalt 13 dieses Jochkörpers befindet sich ein magnetischer Anker oder Ankerteil 15. Dieser Anker enthält zwei axial hintereinander angeordnete Permanentmagneten 9a und 9b, deren gegensinnigen Magnetisierungsrichtungen durch gepfeilte Linien m1 und m2 angedeutet sind. Er kann in dem sich ändernden magnetischen Feld der Wicklung 11 in axialer Richtung eine oszillierende Bewegung ausführen, wobei er um eine Mittenposition  $M_p$  schwingt. Die maximale Auslenkung aus dieser Mittenposition in axialer Richtung x, d.h. die Schwingungsamplitude ist mit  $+L_1$  bzw.  $-L_2$  bezeichnet.

[019] Wie ferner in der Figur angedeutet ist, sollen die beiden Blattfedern 2 und 2', die zu beiden Seiten der Mittenposition  $M_p$  an verlängerten Teilen des Ankers 15 an Angriffspunkte A bzw. A' angreifen, so befestigt sein, dass sie in der gezeigten Mittenstellung des Ankers 15 bereits eine Kraft in x-Richtung ausüben. Mit  $x_0$  und  $-x_0$  sind die (Ausgangs-)Positionen der Angriffspunkte A und A' der Federn 2 und 2' unter Ausbildung der Vorspannung bezeichnet, die sich bei einer symmetrischen Anordnung des Ankerteils 15 mit seinen beiden Magneteilen 9a und 9b bzgl. der Mit-

tenposition  $M_p$  ergeben. Dabei wird vorteilhaft die Federkonstante  $k$  der wenigstens einen Feder so bemessen, dass die Eigenfrequenz  $f_0 =$

$$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

der Antriebseinheit im Zusammenwirken mit der gesamten schwingenden Masse  $m$  geringer ist als die Frequenz der von der Erregerwicklung hervorzurufenden antriebenden Magnetkraft. Die Größe von  $k$  lässt sich dabei mittels Rechenverfahren bestimmen.

[020] Bei der erfindungsgemäßen Antriebseinheit ist also die Ruhestellung des Ankers, in der die Federkräfte gerade aufgehoben werden, von der Mittenposition um eine vorbestimmte Wegstrecke  $\Delta x$  nach einer Seite hin verschoben. Die damit verbundene Vorspannkraft soll dabei seitlich in die  $x$ -Richtung wirken, wo sich ein Verdichter  $V$  bzw. sein Pumpkolben befindet. Hierzu geht zumindest auf dieser Seite der Anker 15 axial in einen seitlichen, nicht näher ausgeführte Verlängerungsteil 16 über, der starr mit dem Pumpkolben des Verdichters  $V$  verbunden ist. Entsprechende, mit linearen Antriebseinheiten verbundene Verdichter von Linearkompressoren und ihre Einzelteile gehören zum Stand der Technik (vgl. z.B. die genannte JP\_2002-031054\_A oder die US 6 323 568 B1). Auf ihre Darstellung ist deshalb verzichtet.

[021] Figur 1 zeigt den Anker 15 zu dem Zeitpunkt, da er sich bei seiner oszillierenden Bewegung gerade symmetrisch zu der Mittenposition  $M_p$  befindet. In dieser Position sind folglich die ortsfest an Befestigungspunkten  $B$  bzw.  $B'$  befestigten Federn 2 und 2' an ihren Angriffspunkten  $A$  bzw.  $A'$  gerade um die Wegstrecke  $\Delta x$  nach der von der Verdichterseite wegführenden Seite hin verbogen. Dies führt dazu, dass der Anker in der Ruhestellung, in der die Federkräfte nicht wirken, von seiner (gezeigten) Mittelstellung in Richtung auf den Verdichter  $V$  hin verschoben wird.

[022] Für das Diagramm der Figur 2 ist eine Bewegung des Mittelpunkts des Ankers 15 zwischen den Punkten  $x = -L_2$  und  $x = +L_1$  angenommen, wobei  $L_1$  und  $L_2$  jeweils z.B. ungefähr 10 mm betragen. Die Figur zeigt ebenfalls beispielhaft die elektrisch eingeprägte Kraft  $F_{el}$  (Kurve K1) in N und die Position  $x$  (Kurve K2) in mm in Abhängigkeit von der Zeit in sec. Die Stellen der Richtungsumkehr des Ankers sind durch gestrichelte, mit  $R_u$  bezeichnete Linien mit verstärkter Linienbreite angedeutet.

[023] **Grundlagen zur Federauslastung eines Systems aus Antriebseinheit und Kompressor(Verdichter)**

[024] Für die nachfolgenden Betrachtungen wird von einer linearen Antriebseinheit 10 ausgegangen, deren Anker 15 mit einem Pumpkolben eines Verdichters  $V$  bzw. Kompressors verbunden ist. Vereinfachend sei nachfolgend angenommen, dass

[025]  $L_1 = L_2 = L$  ist.

[026] Die elektromagnetisch auf den Anker 15 eingeprägte Kraft

$F_{el}$

soll betragsmäßig entweder null sein oder einen festen Wert annehmen können, wobei das Vorzeichen der Kraft immer so gewählt ist, dass die Kraft in Bewegungsrichtung wirkt. Die elektrische Kraft

$F_{el}$

sei ungleich Null nur für einen Anteil

$\alpha$

des Weges (

$0 < \alpha < 1$

;

$\alpha$

wird nachstehend als " *duty cycle* " bezeichnet). Es sei

$k$

die Summe der Federkonstanten in Bewegungsrichtung und

$x_0$

die Federruhelage gegenüber der Ankermittellage.

[027] Für

$\dot{x} < 0$

, was dem Rücklauf weg vom Verdichter entspricht, ist die dem Anker elektrisch zugeführte Energie gegeben durch

[028]

**Tabelle 1**

$$E_{el-} = F_{el} \cdot 2L \cdot \alpha$$

Eq. 1

[029] und vom Ankertotpunkt

$x = +L$

zum Ankertotpunkt

$x = -L$

ändert sich die potentielle Energie der Feder um

[030]

**Tabelle 2**

$$\Delta E_{Feder} = (k/2)(-L - x_0)^2 - (k/2)(L - x_0)^2$$

Eq. 2

[031] Beide Energien müssen gleich sein, d.h.

[032]

**Tabelle 3**

$$\Delta E_{Feder} = E_{el-}$$

Eq. 3

[033] Für

$$\dot{x} > 0$$

, was dem Vorlauf hin zum Verdichter entspricht, ist die dem Anker elektrisch zugeführte Energie (wiederum) gegeben durch

[034]

**Tabelle 4**

$$E_{el+} = F_{el} \cdot 2L \cdot \alpha$$

Eq. 4

[035] und vom Ankertotpunkt

$$x = -L$$

zum Ankertotpunkt

$$x = +L$$

ändert sich die potentielle Energie der Feder um

$$-\Delta E_{Feder}$$

[036] Die insgesamt innerhalb einer Schwingung zugeführte elektrische Energie

$$E_{el} = E_{el+} + E_{el-}$$

muss bei einer konstanten Schwingungsamplitude

$$L$$

und vernachlässigbarer Reibung gleich der im Kompressor verbrauchten Energie

$$E_{comp}$$

sein. Der (als konstant angenommene) Wert der elektrischen Kraft ergibt sich somit zu

[037]

**Tabelle 5**

$$F_{el} = \frac{E_{comp}}{4L \cdot \alpha}$$

Eq. 5

[038] Sind die Federkonstante

$$k$$

sowie die elektrische Energie

$E_{el-}$

(d.h. die elektrische Kraft

$F_{el}$

, die Schwingungsamplitude

$L$

und der *duty cycle*

$\alpha$

) gegeben, so kann man durch Einsetzen von Eq. 1 und Eq. 2 in Eq. 3 die notwendige Federruhelage berechnen:

[039]

**Tabelle 6**

$$x_0 = \frac{E_{el-}}{2k \cdot L} = \frac{F_{el} \cdot 2L \cdot \alpha}{2k \cdot L} = \frac{F_{el} \cdot \alpha}{k}$$

Eq. 6

[040] Aus Eq. 6 erkennt man:

[041] Die Feder muss immer in positiver Richtung vorgespannt sein, und der Vorspannungsweg ist um so geringer, je höher die Federkonstante  $k$  ist.

**Verfahren zur Federauslegung**

[043] Die Feder soll so ausgelegt werden, dass der Anker bezüglich

$x = 0$

symmetrisch im Joch schwingt (d.h. zwischen

$x = -L$

und

$x = +L$

), wobei die Frequenz

$f$

der Ankerschwingung näherungsweise einem Zielwert

$f_{target}$

entspricht.

[044] Bei gegebener Ankermasse, Schwingungsamplitude

$L$

und Kompressorkennlinie ist die Schwingungsfrequenz

$f$

nur noch von zwei Größen abhängig: der Federkonstante

$k$ und dem *duty cycle* $\alpha$ 

. Es gilt:

- je größer  
 $k$   
, desto größer  
 $f$   
;
- je kleiner  
 $\alpha$   
, desto größer  
 $f$

[045] Die Federauslegung kann wie folgt erfolgen:

1. Festlegen der Schwingungsamplitude

 $L$ 

und Bestimmung der Kompressorenergie

 $E_{comp}$ 

unter Normbedingungen, wo eine optimale Federauslegung angestrebt wird.

2. Festlegen des *duty cycle*

 $\alpha$ 

und Berechnung der elektrischen Kraft

 $F_{el}$ 

nach Eq. 5 (bzw. Berechnung des der Kraft entsprechenden Spulenstromes).

3. Festlegen der Federkonstante

 $k$ 

und Berechnung der Federruhelage

 $x_0$ 

nach Eq. 6.

4. Simulation des für Figur 3 angenommenen Feder-Kompressor-Masse-Systems und Bestimmung der Schwingungsfrequenz  
 $f$

5. Falls  
 $f$

und der Zielwert

$f_{\text{target}}$

zu stark voneinander abweichen, Rücksprung zu 2. (Änderung des *duty cycle*  
 $\alpha$

) oder 3. (Änderung der Federkonstante

$k$

).

[046] **Beispielrechnungen**

[047] Die Beispielrechnungen beziehen sich auf einen bekannten Kompressor bei einem Hub von

$2L = 20$

mm und Normdruckbedingungen (

$P_{\text{max}} - P_{\text{min}} = (7.7 - 0.6)$

bar). Da das Totvolumen als verschwindend klein angenommen wird, erzeugt es auch keine rückstellende Kraft. Die pro Schwingung im Kompressor geleistete mechanische Arbeit beträgt unter diesen Bedingungen 0.7753 J. Soll die mechanische Leistung 40W betragen, so wird eine Schwingungsfrequenz von 51.6 Hz benötigt.

[048] Im Simulationsblockschaltbild nach Figur 3 haben

$m$

(Masse) und

$c$

(Reibkoeffizient) die Werte 90 g und 0.336 Ns/m.

[049] In nachstehender Tabelle sind der *duty cycle*

$\alpha$

und die Federkonstante

$k$

als Eingangsgrößen zu betrachten, während die elektrische Kraft

$F_{\text{el}}$

, die Federruhelage

$x_0$

und die Schwingungsfrequenz

$f$

die Ergebnisgrößen der Rechnung sind.

[050]

**Tabelle 7**

duty cycle	Federkonst.	el. Kraft	Ruhelage	Frequenz
------------	-------------	-----------	----------	----------

$\alpha$ [-]	$k$ [N/mm]	$F_{el}$ [N]	$x_0$ [mm]	$f$ [Hz]
1.0	2.50	19.4	7.8	35.2
0.8	2.50	24.2	7.8	40.4
0.5	2.50	38.8	7.8	46.2
0.7	5.00	27.7	3.9	51.0

- [051] Bezugszeichenliste
- [052] 2, 2' Blattfeder
- [053] 9a, 9b Permanentmagnete
- [054] 10 Antriebseinheit
- [055] 11 Erregerwicklung
- [056] 12 Jochkörper
- [057] 13 kanalartige Öffnung
- [058] 15 Anker
- [059] 16 Verlängerungsteil
- [060] M1 Mittellinie
- [061] Mp Mittenposition
- [062] S Symmetriearchse
- [063] A, A' Angriffsstellen
- [064] m1, m2 Magnetisierungsrichtungen
- [065] x axiale Ausdehnung
- [066]  $\Delta x$  Verschiebung
- [067]  $L_1, L_2$  Auslenkungen
- [068]  $x_0$  Ausgangsposition
- [069] B, B' Befestigungspunkte
- [070] V Verdichter
- [071] K1, K2 Kurven
- [072]  $F_{el}$  Kraft
- [073]  $R_u$  Richtungsumkehrstellen

## Ansprüche

[001] 1. Lineare Antriebseinheit mit mindestens einer Erregerwicklung, mit einem von dem Magnetfeld der Wicklung in eine lineare, um eine Mittenposition in einer axialen Richtung oszillierende Schwingung zu versetzenden magnetischen Ankerteil und mit mindestens einer ortsfest an einer Einspannstelle eingespannten Feder, die in Bewegungsrichtung wirkend an dem Ankerteil mit ihrem schwingungsfähigen Ende angreift, dadurch gekennzeichnet, dass in der Mittenposition (Mp) des Ankerteils (15) der Angriffspunkt (A, A') der Feder (2, 2') an dem Ankerteil (15) bezüglich ihrer Einspannstelle (B, B') axial um eine vorbestimmte Wegstrecke ( $\Delta x$ ) verschoben ist.

[002] Antriebseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Feder (2, 2') als quer zur Bewegungsrichtung des Ankerteils (15) eingespannte Blattfeder gestaltet ist.

[003] Antriebseinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Federn (2, 2') zu beiden Seiten der Mittenposition (Mp) vorgesehen sind.

[004] Antriebseinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ankerteil (15) mit wenigstens einem Kolben eines Verdichters (V) verbunden ist, wobei die axiale Verschiebung ( $\Delta x$ ) des Angriffspunktes (A, A') der Feder (2, 2') an dem Ankerteil (15) in Richtung von dem Verdichter (V) wegführend vorgesehen ist.

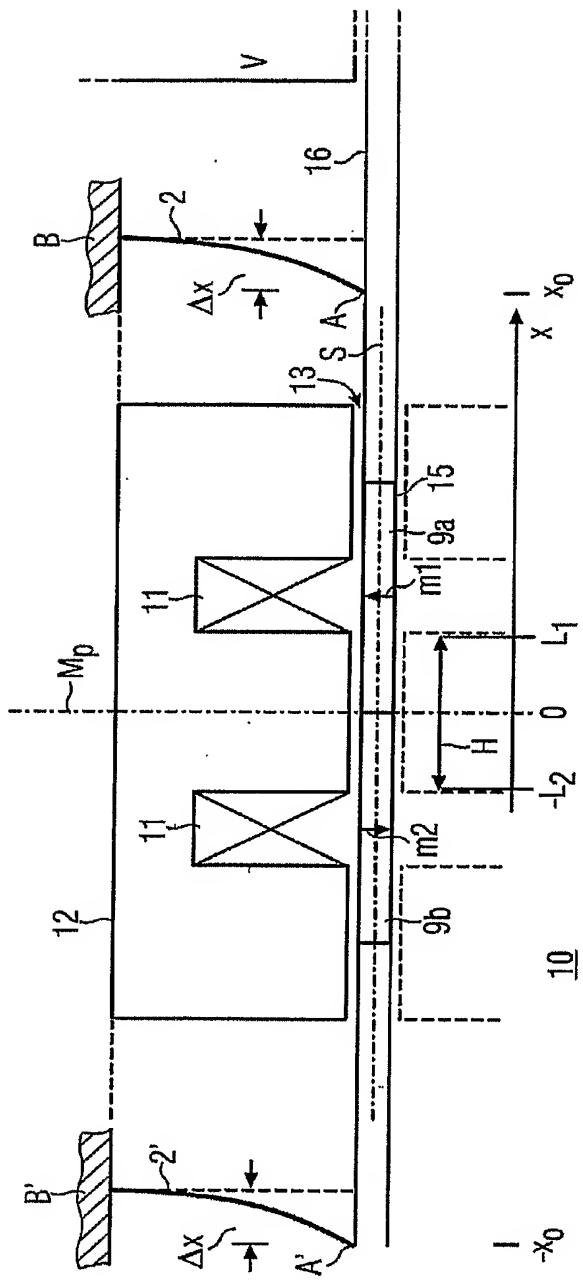
[005] Antriebseinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mindestens eine Feder (2, 2') mit geringer Federsteifigkeit.

[006] Antriebseinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Verschiebung ( $\Delta x$ ) des Angriffspunktes (A, A') der Feder (2, 2') in Abhängigkeit von ihrer Federsteifigkeit gewählt ist.

1/3

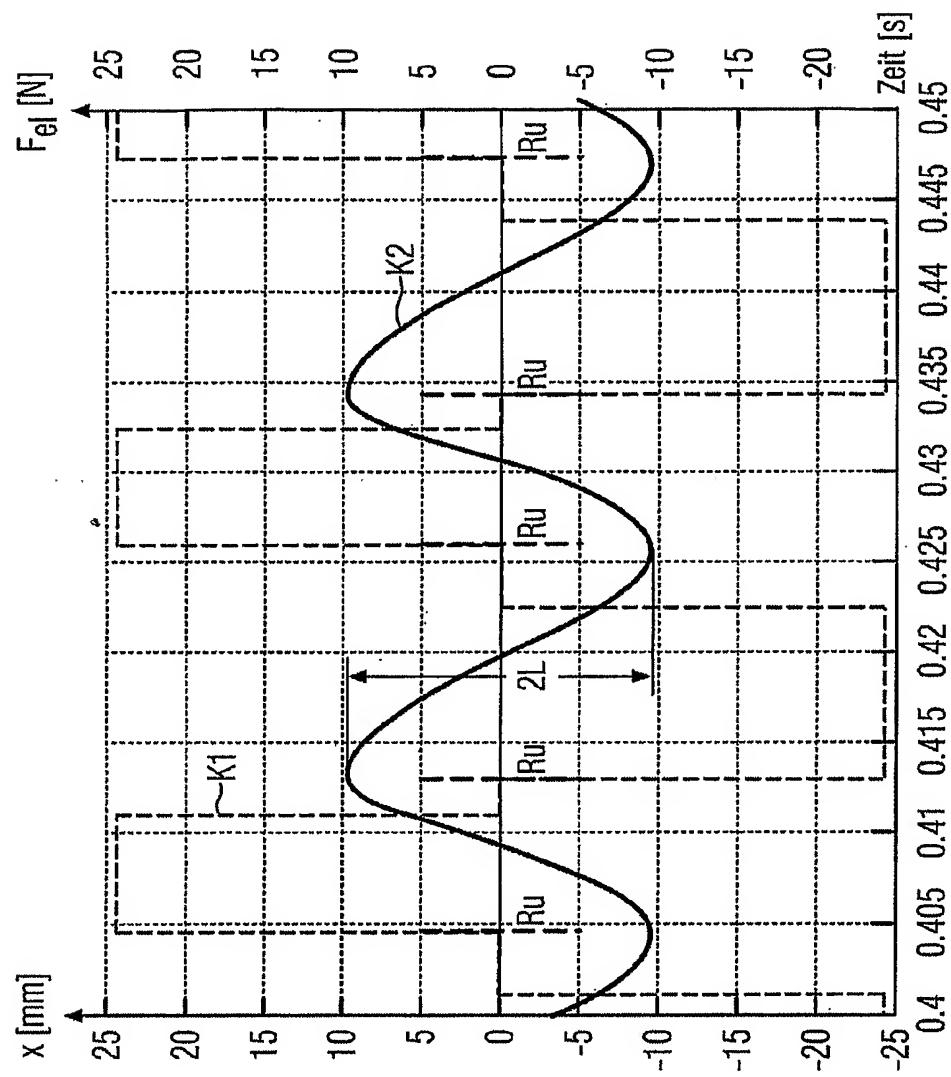
[Fig. ]

FIG 1



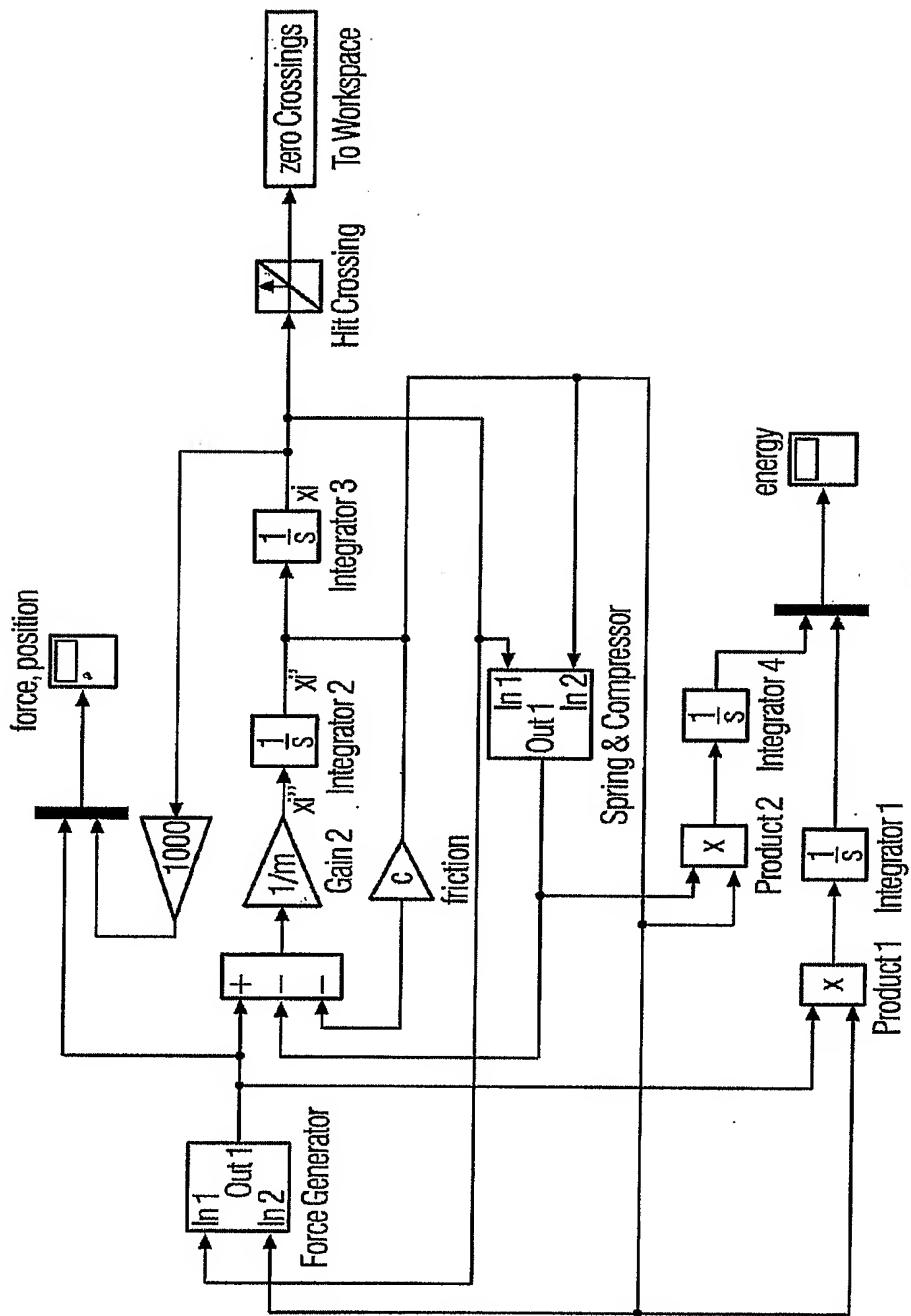
[Fig. ]

FIG 2



[Fig. ]

FIG 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/051007

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H02K33/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category <sup>o</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 198 05 455 A1 (FEV MOTORENTECHNIK GMBH & CO. KG, 52078 AACHEN, DE) 3 September 1998 (1998-09-03) column 4, lines 15-35; figure 3 column 4, line 44 -----	1,3,5,6
Y	US 6 323 568 B1 (ZABAR NAHUM) 27 November 2001 (2001-11-27) cited in the application figure 3 -----	4
Y	US 6 323 568 B1 (ZABAR NAHUM) 27 November 2001 (2001-11-27) cited in the application figure 3 -----	4
A	DE 11 43 578 B (SIEMENS-ELECTROGERAETE AKTIENGESELLSCHAFT) 14 February 1963 (1963-02-14) figure 1 -----	1,2,5
A	DE 11 43 578 B (SIEMENS-ELECTROGERAETE AKTIENGESELLSCHAFT) 14 February 1963 (1963-02-14) figure 1 -----	1-3,5,6

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

<sup>o</sup> Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 June 2005

Date of mailing of the International search report

08/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Strasser, T

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP2005/051007

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 19805455	A1	03-09-1998	DE JP US	29703585 U1 10336989 A 6066999 A		25-06-1998 18-12-1998 23-05-2000
US 6323568	B1	27-11-2001	DE JP	10001162 A1 2000217325 A		20-07-2000 04-08-2000
DE 1143578	B	14-02-1963	CH NL NL	395789 A 129404 C 270348 A		15-07-1965

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/051007

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H02K33/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 198 05 455 A1 (FEV MOTORENTECHNIK GMBH & CO. KG, 52078 AACHEN, DE) 3. September 1998 (1998-09-03) Spalte 4, Zeilen 15-35; Abbildung 3 Spalte 4, Zeile 44 -----	1,3,5,6
Y	US 6 323 568 B1 (ZABAR NAHUM) 27. November 2001 (2001-11-27) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 3 -----	4
Y	US 6 323 568 B1 (ZABAR NAHUM) 27. November 2001 (2001-11-27) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 3 -----	4
A	DE 11 43 578 B (SIEMENS-ELECTROGERAETE AKTIENGESELLSCHAFT) 14. Februar 1963 (1963-02-14) Abbildung 1 -----	1,2,5
A	DE 11 43 578 B (SIEMENS-ELECTROGERAETE AKTIENGESELLSCHAFT) 14. Februar 1963 (1963-02-14) Abbildung 1 -----	1-3,5,6

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- ° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- °° A° Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- °° E° älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- °° L° Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- °° O° Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- °° P° Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- °° T° Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- °° V° Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- °° Y° Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- °° &° Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
6. Juni 2005	08/07/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Strasser, T

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/051007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19805455	A1	03-09-1998	DE JP US	29703585 U1 10336989 A 6066999 A		25-06-1998 18-12-1998 23-05-2000
US 6323568	B1	27-11-2001	DE JP	10001162 A1 2000217325 A		20-07-2000 04-08-2000
DE 1143578	B	14-02-1963	CH NL NL	395789 A 129404 C 270348 A		15-07-1965